
1/9/1 DIALOG(R)File 347:JAPIO (c) 2004 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

00933599 OPTICAL FIBER TRANSMISSION LINE DEFECT SEARCHING SYSTEM

Pub. No.: 57-083899 [JP 57083899 A]

Published: May 25, 1982 (19820525)

**Inventor: NOMURA YOSHIO
YOSHIKUBO NORIO**

**Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> [000422] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)
FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)**

Application No.: 55-160003 [JP 80160003]

Filed: November 13, 1980 (19801113)

International Class: [3] G08C-025/00; G01M-011/00; H04B-009/00

JAPIO Class: 46.1 (INSTRUMENTATION -- Measurement); 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment); 44.2 (COMMUNICATION -- Transmission Systems); 46.2 (INSTRUMENTATION -- Testing)

JAPIO Keyword: R012 (OPTICAL FIBERS)

JAPIO (Dialog® File 347): (c) 2004 JPO & JAPIO. All rights reserved.

© 2004 Dialog, a Thomson business

⑯ 公開特許公報 (A)

昭57-83899

⑯ Int. Cl.³
 G 08 C 25/00
 G 01 M 11/00
 H 04 B 9/00

識別記号

府内整理番号
 6533-2F
 2122-2G
 6442-5K

⑯ 公開 昭和57年(1982)5月25日
 発明の数 1
 審査請求 未請求

(全4頁)

⑯ 光ファイバ伝送路障害探索方式

⑯ 特 願 昭55-160003

⑯ 出 願 昭55(1980)11月13日

⑯ 発明者 野村芳男

横須賀市武1丁目2356番地日本
 電信電話公社横須賀電気通信研
 究所内

⑯ 発明者 吉久保紀夫

川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

⑯ 出願人 日本電信電話公社

⑯ 出願人 富士通株式会社

川崎市中原区上小田中1015番地

⑯ 代理人 弁理士 草野卓

明細書

1. 発明の名称

光ファイバ伝送路障害探索方式

2. 特許請求の範囲

(1) 少くとも1本以上の光ファイバを収容した光ケーブルのケーブル接続面、及び光中継装置にはその光ファイバ心線に対応した固有の障害探索電流発振器、障害探索電流増幅器、光一電気変換器、電気一光変換器、光波長 λ_1 、 λ_2 の2波の光を合波する合波器、 λ_1 、 λ_2 の光を分波する分波器をそれぞれ内蔵し、单一の光ファイバ心線には主信号を搬送する光波長 λ_1 の光と結びての障害探索電流の情報を搬送する光波長 λ_2 の光とを波長分割多重伝送せしめ、上記ケーブル接続面、光中継装置で到来光を上記分波器で上記 λ_1 及び λ_2 の光に分波し、その λ_2 の光を上記光一電気変換器で電気信号に変換し、その電気信号を上記障害探索電流増幅器で増幅し、その増幅出力と、上記障害探索電流発振器の出力とを上記電気一光変換器で λ_2 の光に変換し、その λ_2 の光を λ_1 の光と上記合波器で合波

して対応した光ファイバ心線へ送出し、受信端局で結びての障害探索電流を受信し、その有無により光ファイバ破断の検出手段を具備した光ファイバ伝送路障害探索方式。

3. 発明の詳細な説明

この発明は光ファイバ伝送路において、特に光ファイバの破断による伝送路障害の検定を受信端局で実施する障害探索方式に関するものである。

光ファイバケーブル伝送方式の中継間隔は、従来の平衡対ケーブルあるいは同軸ケーブルを用いた有線伝送方式の中継間隔よりも著しく拡大できることは周知のことである。中継間隔の拡大による効果は、陸上光ファイバケーブル伝送方式あるいは海底光ファイバケーブル伝送方式を設計するうえでの回路長中に占める所要中継器数を著しく減少させることとなり、方式設計の観点から経済性と信頼性とに富む各種伝送方式を実現できる。一方、このように優れた特長を有する光ファイバケーブル伝送方式にあつても、特に海底光ファイバケーブル伝送方式では、一度、海底光中

機器障害光ファイバ破断、あるいはケーブル障害が発生すると、当該障害の発生地点、規模、内容等の検出から、修理船の出動、障害地点の標定、伝送路障害の完全復旧等に関する一連の障害修理作業は長期の修理期間、多額の経費、多数の賃員稼動を必要とする。光ファイバを海底ケーブル伝送方式へ適用すると、前述の通り中継間隔を拡大できる利点が大きいが、その反面、一旦前記の如き、海底光ケーブル伝送路障害が発生すると、障害点の標定と障害内容を判定することは困難を極めることは必至である。このため、海底光ファイバ伝送方式の実現にあたつては、保守者からみると、障害点位置の迅速、正確な検出、障害規模内容の判定等を正確に実行できる海底光ファイバ伝送路の監視系を実現せねばならない。

かかる観点からこの発明は、主に海底光ケーブルの光ファイバ破断障害に関し、光ケーブルの製造単長(L_0 Km)あるいは任意のケーブル長(Lx Km)のケーブル接続点に着目して光ファイバ破断障害の監視を行なおうとするものである。即ち、光フ

(3)

つた異光波長 λ_1 の光によつて受信端局へ伝送し、受信端局で上記の固有の障害探索電流(I_1, I_2, \dots, I_n)を監視して、光ファイバ伝送路の光ファイバ破断の有無・位置を判定しようとするものである。

第1図はこの発明の実施例を示し、送信側の海底光デイジタル端局11は光ファイバ伝送路12、ケーブル接続箇13a, 13b、海底光中継装置14よりなる光伝送路を通じて受信側の海底光デイジタル端局15に接続される。端局11及び15にそれぞれ光デイジタル送信機16及び光デイジタル受信機17が設けられる。更に送信側の海底光デイジタル端局11、ケーブル接続箇13a, 13b、海底光中継装置14にはそれぞれ固有周波数 f_1, f_2, f_3, f_4 の障害探査監視電流発振器11:1:8:1:14、光波長 λ_1, λ_2 の合波器2:2:2:2:2がそれぞれ設けられる。接続箇13a, 13b、中継器14、端局15に両光波長の分波器3:3:3:3:3及びPINダイオード等を用いた光検出器4:4:4:4:4、端局11、接続箇13a, 13b、中継器14

(5)

アイバケーブルの製造単長(40Km)は、通常、中継間隔(LKm)よりも短いため、複数本(n)の製造単長(40Km)を直列接続して中継間隔(LKm)の光伝送路を構成している。光ファイバの接続点は一般に接続箇内に収容されている。特に海底光ケーブルにおいては、海底に配されるため、大きな圧力が加わることになり、光ファイバの接続点がその圧力により不良とならないように、光ファイバの接続点は耐圧、耐水性の接続箇内に収容されている。この接続箇は1中継区間の間に4~9箇所設けられる。この発明はその接続箇を利用して障害探索を容易にできるようにしようとするものである。

この発明は、海底光ケーブルの接続箇及び光波長分割多路伝送技術に着目し、 n 個のケーブル接続箇、 m 個の光中継器（ n, m は正整数）にそれぞれ固有周波数（ f_i ）の障害探査電流発振器を内蔵させ、當時はその発振器からの单一周波数の信号をLED等の直歛性の良い発光素子で直接変調して、主伝送信号を搬送する光波長 λ_i とは異なる

(4)

ICには増幅器 5:5:5, 5:5がそれぞれ設けられる。LED等を用いた光変調器 6:6:6, 6:6がそれぞれ設けられる。端局 1.5 には障害探索電流レベル測定器 1.8 が設けられ、中継器 1.4 にはデイジタル再生中継器 1.9 が設けられる。

次にこの説明の動作を説明する。今、光伝送路は一本の光ファイバ伝送路で、第1図中の端局11から端局15まで構成されているとする。海底光デイジタル端局11内の周波数 λ_1 の障害探査電流は光変調器6;に印加され、波長 λ_1 の光へ変換される。この波長 λ_1 の光と送信機16から出力される主信号のデイジタル情報を搬送した波長 λ_1 の光とを合波器2;で合波した後、光伝送路12へ送出される。ケーブル接続箇所13;に到来した波長(λ_1 と λ_2)の光は分波器3;によって波長 λ_1 と λ_2 との光に分波する。主信号のデイジタル情報を搬送した波長 λ_1 の光は光合波器2;へ直通させる。一方、障害探査電流 I_1 を搬送した光波長 λ_1 の光は光一電気変換器4;で電気信号に変換され、更に増幅器5;で所定の出力レベルまで増幅される。次にケーブル

(6)

ル接続箇 13 a に割当られた障害探索電流発振器 1:からの周波数 f:の信号と前記の f:の信号とが光変調器 6:へ印加され、 f:及び f:の障害探索電流の情報を含んだ波長 l:の光へ変換される。合波器 2:によつて前記の l:の光と (f:と f:) の情報を含む l:の光とを合波した後、光伝送路 12 を通じてケーブル接続箇 13 b へ送出される。ケーブル接続箇 13 b に到来した光は波長 l:と l:との各光に分波器 3:によつて分波される。 l:の光は合波器 2:へ直通させる。一方、 l:の光はケーブル接続箇 13 b の場合と同様の動作をなすが、波長 l:の光には f:, f:, f: の障害探索電流情報と含んでいたり。合波器 2:で上記の l:と l:との光を合波した後、光伝送路 12 へ送出される。海底光中継装置 14 に到来した光波長 l:と l:との光は分波器 3:で光波長 l:と l:との光へ分波される。光波長 l:の光はデジタル再生中継器 19 へ印加されて、所定の動作を施した後、再び光波長 l:の光で出力され合波器 2:へ伝送される。一方、分波された光波長 l:の光は光一電気変換器 4:、増幅器 5:を経て、光

(7)

ら海底光デジタル受信端局 15 に至る f:, f: の障害探索電流を受信するが、 f:, f: の障害探索電流を受信しない。これによつて光ファイバ破断が接続箇 13 b より送信端局 11 側で発生したとの検出を行なうことができる。

以上、述べたこの発明の実施例は、单一の光ファイバと給電線とを含む海底光ケーブルの場合であるが、複数心の光ファイバと給電線とを含む海底光ケーブルの場合にも全く同様の技術が適用できる。即ち、ケーブル接続箇及び海底光中継装置に複数心線 (K 本) の光ファイバに対応して (f:, f:, f:, ..., f:k) 障害探索電流源を内蔵させることによつて実現できる。また接続箇の数、中継装置の数は上記例に限定されるものでない。

以上説明したように、この発明によれば海底光ケーブルのケーブル接続箇、海底光中継装置に、海底光ケーブル中に収容される光ファイバ心線数に対応した障害探索電流発振器を内蔵させ、海底光伝送路を搬送する主信号の光波長 (l:) とは別に、障害探索電流の情報を搬送する光波長

変調器 6:へ印加される。同時に障害探索電流発振器 1:の l: の電流が光変調器 6:へ印加される。光変調器 6:によつて f:, f:, f:, f: の障害探索電流情報を搬送した光波長 l: の光へ変換する。この l: の光と前記の l: の光とが合波器 2:で合波された後光伝送路 12 へ送出される。

海底光デジタル端局 15 に到来した波長 l: と l: の光は分波器 3:で分波され、 l: の光は光デジタル受信機 17 へ印加され、所定の処理が施される。一方、 l: の光は光一電気変換器 4:、増幅器 5: を経て、障害探索電流レベル測定器 18 へ印加される。この測定器 18 によつてケーブル接続箇 13 a, 13 b 及び海底光中継装置 14 からの障害探索電流が正常に測定器 18 へ到達しているか否かを検出・判定する。例えば一芯の光ファイバを実装した海底光ケーブルを実際の海底環境へ布設した後、何等かの原因で、光ファイバ破断がケーブル接続箇 13 a と 13 b との相互間で発生した場合、海底光受信端局 15 において障害探索電流レベル測定器 18 はケーブル接続箇 13 b か

(8)

(l:) とを波長分割多重伝送を施すことによつて光ファイバ破断の障害点を精度よく標定することが可能となり、障害修理に要する時間、障害ケーブルの取替区間を最小限にすること、修理工法上の経済性の向上等、海底光ケーブル伝送路の保守に大きく貢献することができる。つまり光ファイバ伝送路においては中継装置間隔が長くなるが、1 つの中継装置間隔に存在する複数のファイバ接続箇内にそれぞれ障害探索電流源を設けることにより、障害位置の検出が容易となる。

4. 図面の簡単な説明

図はこの発明の一実施例を示すブロック図である。

1:～14: 障害探索監視電流発振器、 2:～24: 合波器、 3:～3: 分波器、 4:～4: 光検出器、 5:～5: 増幅器、 6:～6: 光変調器、 11: 海底光デジタル端局 (送信側)、 12: 光ファイバ伝送路、 13 a, 13 b: ケーブル接続箇、 14: 海底光中継装置、 15: 海底光デジタル端局 (受信側)、 16: 光デジ

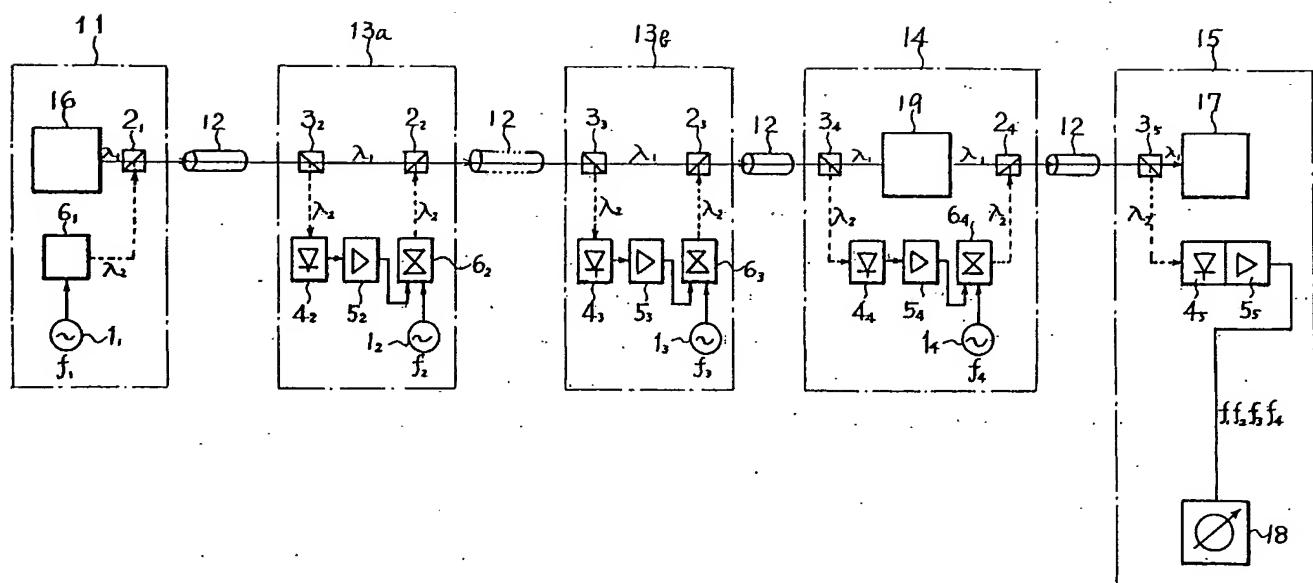
(9)

(10)

タル送信機、17：光ディジタル受信機、18
：障害探知電流レベル測定器、19：デジタル再生中継器。

特許出願人 日本電信電話公社
富士通株式会社
代理人 草野卓

(11)



Japanese Patent Office

Japanese Laid-Open Patent

Japanese Patent Laid-Open No. Sho 57-83899

Title of the Invention:

Trouble Search System in Optical Fiber Transmission Line

Fig. 1 shows a preferred embodiment of the present invention, wherein a marine optical digital terminal station 11 at a transmission side is connected to a marine optical digital terminal station 15 at a receiver side through an optical transmission line composed of an optical fiber transmission line 12, cable connection boxes 13a, 13b and a marine optical relay device 14. Each of the terminal stations 11, 15 is provided with an optical digital transmitter 16 and an optical digital receiver 17, respectively. Further, each of the marine digital terminal station 11, cable connecting boxes 13a, 13b and marine optical relay device 14 at a transmission side is provided with a trouble search current oscillators 1₁, 1₂, 1₃, 1₄ having natural frequencies f₁, f₂, f₃, f₄, and optical couplers 2₁, 2₂, 2₃, 2₄ with optical wavelengths λ₁, λ₂, respectively. Each of the connecting boxes 13a, 13b, relay device 14 and terminal station 15 is provided with optical dividers 3₂, 3₃, 3₄, 3₅ having both optical wavelengths and

optical sensors 4₂, 4₃, 4₄, 4₅ using PIN diodes or the like. The terminal station 11, connecting boxes 13a, 13b, and relay device 14 are provided with amplifiers 5₂, 5₃, 5₄, 5₅. There is provided optical modulators 6₁, 6₂, 6₃, 6₄ using LED and the like. The terminal station 15 is provided with a trouble search current level measuring unit 18, and the relay device 14 is provided with a digital reproducing relay 19.

Then, operation of the present invention will be described as follows. Now, it is assumed that the optical transmission line is one optical fiber transmission line and it is constituted from the terminal station 11 to the terminal station 15 in Fig. 1. A trouble search current of a frequency f₁ within the marine optical digital terminal station 11 is applied to the optical modulator 6₁ and converted into light of wavelength λ_2 . After light of this wavelength λ_2 and light of wavelength λ_1 carrying digital information of main signal outputted from the transmitter 16 are coupled by the coupler 2₁, it is transmitted to the optical transmitting line 12. Light of wavelengths (λ_1 and λ_2) that reached the cable connecting box 13a is divided by the optical divider 3₂ into light of wavelength λ_1 and light of wavelength λ_2 . The light of wavelength λ_1 carrying digital information of the main signal is directly transmitted to the optical coupler 2₂. In turn, the light

of wavelength λ_2 carrying a trouble search current f_1 is converted into an electrical signal by a photo-electrical converter 4₂ and further amplified up to a predetermined output level by the amplifier 5₂. Then, a signal of frequency f_2 from the trouble search current oscillator 1₂ assigned to the cable connecting box 13a and a signal of f_1 are applied to the optical modulator 6₂ and further converted into light of wavelength λ_2 including information about the trouble search currents of f_1 and f_2 .

After light of λ_1 described above and light of λ_2 including information of (f_1 and f_2) are coupled by the optical coupler 2₂, it is transmitted to the cable connecting box 13b. Light reached that the cable connecting box 13b is divided into pieces of light of wavelengths λ_1 , λ_2 by the optical divider 3₃. Light of λ_1 is directly transmitted to the optical coupler 2₃. In turn, light of λ_2 performs the same operation as that of the connecting box 13a. However, light of wavelength λ_2 includes the trouble search current information of f_1 , f_2 , f_3 . After the aforesaid pieces of light with λ_1 , λ_2 are coupled by the optical coupler 2₃, they are transmitted to the optical transmission line 12. The aforesaid pieces of light with wavelengths λ_1 , λ_2 that reached the marine optical relay device 14 are divided into light with wavelengths λ_1 , λ_2 by the optical divider 3₄. Light with a wavelength λ_1 is applied to the digital

reproducing relay 19, predetermined operation is carried out there, and then it is outputted again with light of wavelength λ_1 and transmitted to the optical coupler 2₄. In turn, divided light with wavelength λ_2 is applied to the optical modulator 6₄ through the photo-electrical converter 4₄ and the amplifier 5₄. Concurrently, current of f₄ at the trouble search oscillator 1₄ is applied to the optical modulator 6₄. Trouble search current information of f₁, f₂, f₃, f₄ is converted into carried light of wavelength λ_2 by the optical modulator 6₄. After the light of λ_2 and the aforesaid light of λ_1 are coupled by the optical coupler 2₄, it is transmitted to the optical transmission line 12.

Light with wavelengths λ_1 , λ_2 that reached the terminal station 15 is divided by the optical divider 3₅, light of λ_1 is applied to the digital receiver 17 and a predetermined processing is carried out for it. In turn, light of λ_2 passes through the photo-electrical converter 4₅ and amplifier 5₅ and is applied to the trouble search current level measuring unit 18.

This measuring unit 18 detects and determines whether or not the trouble search currents from the cable connecting boxes 13a, 13b and from the marine optical relay device 14 reach normally to the measuring unit 18. For example, in the case that after the marine optical cable installed with one core optical fiber is set in the actual

marine environment, a breakage of the optical fiber due to a certain cause is generated between the cable connecting boxes 13a, 13b, the trouble search current level measuring unit 18 at the marine optical receiving terminal station 15 receives the trouble search currents of f_3 , f_4 running from the cable connecting box 13b to the marine optical digital receiving terminal station 15, but it does not receive the trouble search currents of f_1 , f_2 . With such an operation as above, it is possible to detect the breakage of the optical fiber that occurred at the transmission terminal station 11 distant from the cable connecting box 13b.

The preferred embodiment of the present invention described above relates to the case of the marine optical cable including a single optical fiber and an electrical supplying line. However, the quite same technology can also be applied to the case for the marine optical cable including the optical fiber having a plurality of cores and the electrical supplying line. That is, it can be realized by incorporating in the cable connecting box and the marine optical relay device the trouble search current source (of f_{11} , f_{12} , f_{13} ... f_{1k}) in correspondence with the optical fibers having a plurality of core lines (the number of K). In addition, the number of connecting boxes and the number of relay devices are not limited to those of the aforesaid example.

As described above, in accordance with the present invention, the trouble search current oscillators corresponding to the number of optical fiber core lines stored in the marine optical cable are incorporated in the marine optical cable connecting boxes and the marine optical relay device, wherein, separately from the optical wavelength (λ_1) of the main signal carried along the marine optical transmission line, the optical wavelength (λ_2) carrying only information of the trouble search current is subjected to the wavelength divided multi-transmission, whereby it becomes possible to perform a precise measurement of troubled location of broken optical fiber. Further the present invention can substantially contribute to minimum setting of time required for repairing of trouble, minimum setting of replacement segment in the troubled cable, improvement in economy of the repairing technique, and maintenance for the marine optical cable transmission line. That is, although intervals of the relay devices become long in the optical fiber transmission line, each of the trouble search current source is arranged in each of a plurality of fiber connecting boxes present in one space of the relay device to cause the trouble position to be easily detected.